Research & Development Highlights

Technical Series
91-201

Structural Requirements for Air Barriers

Introduction

The National Building Code of Canada requires that buildings be provided with an effective barrier to air exfiltration and infiltration. The components within a building envelope which provide airtightness are called the "air barrier."

To be effective over the life of a building, the air barrier must resist the damaging effects of winds, stack effects, and other forces. These forces must therefore be taken into account in its design. To assist in the development of design guidelines, Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) commissioned a study on the requirements for structural design of air barriers.

Basics of Structural Design

An air barrier may be subjected to significant air pressure due to wind effects on a building.

There are also lesser magnitude but longer acting air pressures, such as those due to stack effect. These loads can cause failure of some building materials due to creep. Other low magnitude but constantly fluctuating loads, such as daily wind gusting, can cause fatigue failure of some building materials.

The basic objective of structural design is to ensure that the strengths of a structure will exceed the loads acting upon it. The following chart indicates the types of loads which must be considered in structural design of air barriers, and the strengths required to resist them.

	Type of Structural Failure		
Type of Loads Contributing to Structural Failure	Static Strength	Fatigue Strength	Creep Strength
Extreme Wind	•		
Commonly Occurring Winds		•	
Stack Effect	•		•
Mechanical Pressurization	•		•
Restraint to Thermal Expansion Contraction	•	•	•

Structural Design Requirements

To prevent air barrier failure, the designer must take into account air pressure loads on the air barrier and the manner in which these loads are transmitted to the building's structural frame.

The main sources of air pressure loads are:

1. external and internal wind pressures resulting from wind effects;
2. internal pressures resulting from mechanical system operation; and
3. internal pressures resulting from stack effect.

The report reviews what is known about the magnitude and frequency of these loads.

The transmission of the air pressure load by the air barrier will depend on the wall system used in the building. The report outlines air pressure load paths for four common types of wall system, and the design considerations which arise from them. These four types are:

- clad wood stud frame;
- brick veneer/steel stud wall;
- brick veneer/concrete masonry wall; and
- exterior insulation finishing system.

Different types of air pressure loads have different effects on the air barrier. Stack effect and mechanical pressurization loads act at low magnitudes for long periods of time, causing creep problems. Wind loads cause structural failure by exceeding adhesive strength, mechanical fastener strength, or material strength.

The report evaluates proposed methods of estimating these loads. It describes the system used in the National Building Code of Canada to calculate wind loads for structural members and cladding, but notes that this method may not be suitable for establishing wind loads on air barriers. Alternative approaches are also evaluated.

Determining the ability of air barrier materials and fasteners to resist these loads without structural failure is difficult. A limited amount of test information is available, and few of the standards governing air barrier materials

CMHC SCHL
Helping to house Canadians

NHA 6330

102-00769/

include explicit structural requirements. The report reviews current knowledge on the structural adequacy of five common air barrier materials and systems:

- gypsum board;
- rigid insulation, such as extruded polystyrene;
- polyethylene sheet;
- membranes, including thermo-fused, trowel- or spray-applied, and mechanically–fastened systems; and
- exterior insulation finishing systems.

Conclusions

At the present time, it is logical to use the National Building Code of Canada provisions for cladding to assess structural adequacy of air barriers. The first priority must be to establish a set of conservative structural guidelines which are applicable across the country.

As a minimum, air barriers should be designed to resist the wind loads for cladding specified in the NBC. However, it is prudent to seriously consider requiring that air barrier materials be capable of withstanding loads higher than those required for cladding.

The loads (particularly wind loads) which are identified in building codes are not presented in a format that enables a designer to identify the appropriate level of loading for a given building life and given probability of exceeding that level. However, there are many instances when it would be worthwhile to have the option of using other than the built-in assumptions of the Code. For example, it may be reasonable to allow higher probabilities of failure for air barriers utilizing materials such as interior gypsum board than for air barriers such as exterior gypsum board in which structural failure will go undetected.

There is a severe lack of knowledge regarding the structural properties of air barrier material and fasteners. Without knowledge of the variability in these structural properties, it is not possible to rationally establish appropriate lower bound strengths for the variety of building materials being used as air barriers. The practice of testing a wall construction to 1.5 x "ultimate" or "factored" code-based wind load is only appropriate for constructions where the test sample is very representative of the actual construction. For manufactured building components constructed of building material with strict quality control (such as steel or aluminium), this is reasonable. For more variable materials, however, it is not reasonable to test to only the factored wind pressure, since the test sample may not be representative of the actual construction.

Project Manager: *Jacques Rousseau*

Research Report: *Structural Requirements for Air Barriers*

Research Consultant: *Morrison Hershfield Limited*

A full report on this research project is available from the Canadian Housing Information Centre at the address below.

Housing Research at CMHC

Under Part IX of the National Housing Act, the Government of Canada provides funds to CMHC to conduct research into the social, economic and technical aspects of housing and related fields, and to undertake the publishing and distribution of the results of this research.

This factsheet is one of a series intended to inform you of the nature and scope of CMHC's technical research program.

This **Research and Development Highlights** factsheet is one of a wide variety of housing-related publications produced by CMHC.

For a complete list of Research and Development Highlights, or for more information on CMHC housing research and information, please contact:

The Canadian Housing Information Centre
Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Telephone: (613) 748-2367
Fax: (613) 748-2098

Cette publication est aussi disponible en français.

The information in this publication represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication, and has been thoroughly reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expense or loss that may result from use of this information.

Le point en recherche et développement

Série technique
91-201

Exigences structurales des pare-vent

Introduction

Le Code national du bâtiment du Canada exige que les bâtiments présentent une étanchéité à l'air conçue de façon à s'opposer à l'infiltration et à l'exfiltration. Les éléments de l'enveloppe du bâtiment qui fournissent cette étanchéité à l'air constituent le «pare-vent».

Pour qu'un pare-vent soit efficace, il doit pouvoir résister aux effets nocifs des vents, aux effets de tirage et d'autres forces auxquels il sera soumis durant sa durée de vie utile. Ces forces doivent être prises en compte pour la conception structurale des pare-vent. La Société canadienne d'hypothèques et de logement à fait réaliser une étude sur les exigences applicables à la conception structurale des pare-vent.

La conception structurale des pare-vent

Le pare-vent peut être soumis à des pressions d'air élevées dues à l'action du vent sur un bâtiment. Il y a aussi des pressions moins élevées mais de durée prolongée comme, par exemple, l'effet de tirage à l'intérieur d'un bâtiment. Ces charges peuvent contribuer au fluage et entraîner subséquemment la détérioration de certains des éléments du bâtiment.

D'autres charges de faible amplitude mais qui varient de façon constante, telles que les rafales quotidiennes, peuvent entraîner la rupture de fatigue de certains matériaux.

Type de défaillance structurale			
Charges pouvant entraîner une défaillance structurale	**Résistance statique**	**Résistance à la fatigue**	**Résistance au fluage**
Vents de force extrême	•		
Vents de force courante		•	
Effet de tirage	•		•
Ventilation mécanique	•		•
Résistance à l'expansion et à la contraction thermiques	•	•	•

Le principal but de la conception structurale est de limiter à un niveau acceptable la probabilité que la résistance d'une structure ne soit pas dépassée par les charges qui s'exercent sur elle. Le tableau suivant indique les charges qui doivent être prises en compte pour la conception structurale des pare-vent ainsi que la résistance d'une structure.

La conception structurale

Le concepteur devra prendre en considération la charge de pressions d'air sur le pare-vent et la façon dont cette charge est transmise à la charpente du bâtiment.

Voici les causes principales des charges de pression d'air :

1. les pressions d'air intérieur et extérieur découlant des effets du vent;
2. les pressions d'air intérieur dues à la ventilation mécanique; et
3. les pressions d'air intérieur dues à l'effet de tirage.

Le rapport passe en revue les connaissances actuelles au sujet de l'importance et de la fréquence de ces charges.

La transmission de la charge de pressions d'air par le pare-vent correspond au type de système de mur d'un bâtiment. Le rapport porte sur les quatre types de murs de composition courants et caractérise le trajet suivi par les pressions d'air, et les conceptions structurales. Les quatre types sont :

- murs à ossature de bois;
- murs à parement de brique et à ossature d'acier;
- murs à parement de brique et en maçonnerie de béton; et
- revêtements de finition extérieure isolants.

Les différents types de charge de pressions d'air affectent le pare-vent de diverses façons.

L'effet de tirage et la ventilation mécanique engendrent des pressions relativement faibles qui s'exercent sur de longues périodes et causent des problèmes liés au fluage. Par ailleurs, les fortes rafales dues au vent, lorsqu'elles

excèdent la force d'adhérence, la résistance mécanique des attaches ou la résistance des matériaux, causent la défaillance structurale.

Le rapport étudie les méthodes proposées pour pouvoir évaluer ces charges. Il décrit le système qu'utilise le *Code national du bâtiment du Canada* et indique comment calculer les surcharges dues au vent pour les éléments structuraux ainsi que les parements. Il note également que cette méthode peut ne pas convenir pour l'établissement des charges dues au vent sur les pare-vent. Des méthodes de rechange sont également évaluées.

On possède des connaissances limitées sur la capacité de transmission des efforts des matériaux pare-vent et des attaches courants. Peu de normes régissant les matériaux utilisés énoncent explicitement des exigences structurales à leur égard. Le rapport présente l'intégrité structurale des cinq types de matériaux et systèmes de pare-vent courants :

- plaque de plâtre;
- isolant rigide, par exemple le polystyrène extrudé;
- polyéthylène en feuille;
- membranes, thermofusibles, appliquées à la truelle, pulvérisées en place, ou fixées à l'aide d'attaches mécaniques; et
- revêtements de finition extérieure isolants.

Conclusions

À l'heure actuelle, il semble logique de s'en remettre aux recommandations du *Code national du bâtiment du Canada* relatives aux parements pour évaluer l'intégrité structurale des pare-vent. On devra cependant établir en priorité un ensemble de lignes directrices conservatrices, applicables à l'ensemble du pays.

Actuellement, les pare-vent doivent être conçus pour satisfaire, au minimum, aux surcharges dues au vent prescrites par le CNB pour les parements. Toutefois, il semble prudent de considérer sérieusement d'exiger que les matériaux pare-vent puissent résister à des charges applicables aux parements.

Les charges (et, particulièrement, les surcharges dues au vent) qui sont traitées dans les codes du bâtiment ne sont pas présentées sous un format qui permette au concepteur de relever le niveau de charges adéquat pour un bâtiment ayant une durée utile connue, pour une probabilité de dépassement donnée. Toutefois, il y a de nombreux cas où il serait utile de pouvoir utiliser des hypothèses autres que celles qui sont contenues dans le Code. Ainsi, on pourrait raisonnablement supposer que les éléments où le pare-vent est constitué par le revêtement intérieur en plaques de plâtre présentent une probabilité de défaillance plus élevée que les pare-vent en plaques de plâtre extérieures où la défaillance structurale sous l'effet du vent n'entraîne aucun signe de détérioration visible.

Il existe une importante lacune au niveau des connaissances relatives aux propriétés structurales des matériaux pare-vent et de leurs moyens de fixation. En l'absence de connaissances sur la variabilité de ces propriétés structurales, il est impossible d'établir de façon rationnelle des limites inférieures adéquates pour la résistance d'une gamme de matériaux qui entrent dans la construction des pare-vent. La méthode actuelle, recommandée par le Code, qui consiste à tester un mur à 1,5 fois la charge «ultime» ou «pondérée» du vent, n'est adéquate que pour les constructions où l'échantillon d'essai est représentatif de la construction réelle. Cette valeur est toutefois raisonnable pour les éléments de bâtiment préfabriqués (acier, aluminium), où les matériaux utilisés sont soumis à un contrôle de la qualité sévère. Lorsqu'on a affaire à des constructions mettant en jeu des matériaux qui présentent une plus grande variabilité, il ne nous semble pas suffisant de s'en tenir à des essais aux pressions de vent pondérées, puisque l'échantillon d'essai n'est pas toujours représentatif des conditions réelles de la construction.

Directeur de projet : *Jacques Rousseau*

Rapport de recherche : *«Structural Requirements for Air Barriers»*

Consultant de recherche : Morrison Hershfield Limited

Il est possible de se procurer un rapport complet de ce projet de recherche au Centre canadien de documentation sur l'habitation, à l'adresse ci-dessous.

Recherche sur le logement à la SCHL

En vertu de la partie IX de la Loi nationale sur l'habitation, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à publier et à diffuser les résultats.

Ce feuillet documentaire fait partie d'une série visant à informer le public de la nature et de la portée du programme de recherche technique de la SCHL.

Ce feuillet documentaire de la série **Le point en recherche et développement** n'est qu'une des nombreuses publications portant sur l'habitation produites par la SCHL.

Pour recevoir la liste complète des feuillets documentaires ou pour obtenir d'autres renseignements sur les recherches et l'information qu'offre la SCHL en matière d'habitation, veuillez communiquer avec le :

Centre canadien de documentation sur l'habitation
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : (613) 748-2367
Télécopieur : (613) 748-2098

This publication is also available in English

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont dispose la SCHL, lesquels ont été examinés par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.